

CALIDAD SENSORIAL DE UN HELADO CON PROBIÓTICOS MICROENCAPSULADOS

Luz Alba Caballero-Pérez^{1,2} y René Tejedor-Arias¹*

¹Vicerrectoría de Investigaciones, Grupo de Investigación GIBA Universidad de Pamplona, Km1 Vía Bucaramanga, Barrio el Buque, Pamplona, Código postal: 543050. Norte de Santander, Colombia.

E-mail: luzcaballero@unipamplona.edu.co

²Universidad de la Habana. Instituto de Farmacia de Alimentos, La Habana, Cuba.

Recibido: 02-05-2023 / Revisado: 15-05-2023 / Aceptado: 01-06-2023 / Publicado: 03-08-2023

RESUMEN

Se evaluó la calidad sensorial de un helado con microcápsulas prebióticas compuestas por tres materiales poliméricos naturales, que fuera capaz de mantener la viabilidad de un cultivo mixto de cepas probióticas durante su almacenamiento (-18 °C). Las cepas libres y microencapsuladas se añadieron a la base de helado antes de la maduración. Se evaluó la viabilidad en caldo MRS, a 36 ± 1 °C/24 h, pH, acidez, textura y calidad sensorial del helado mediante, la prueba triangular entre el helado con y sin microcápsulas y la prueba hedónica. La viabilidad se mantuvo por encima de 7 log₁₀ ufc/g, sin diferencias significativas en la textura del helado, siendo la muestra con microcápsulas la de mayor aceptación. Se concluye que las microcápsulas prebióticas lograron mantener

la viabilidad terapéutica de tres cepas probióticas durante su almacenamiento ($\geq 10^7$ ufc/mL) con mayor grado de aceptación por los consumidores.

Palabras clave: calidad sensorial, probióticos, helado de leche, microcápsulas prebióticas, textura, viabilidad.

ABSTRACT

Sensory quality of ice cream with microencapsulated probiotics.

The sensory quality of an ice cream with prebiotic microcapsules composed of three natural polymeric materials was evaluated, which was capable of maintaining the viability of a mixed culture of probiotic strains during storage (-18 °C). The free and microencapsulated strains were added to the ice

cream base before ripening. Viability in MRS broth, at 36 ± 1 °C/24 h, pH, acidity, texture and sensory quality of the ice cream were evaluated using the triangular test between ice cream with and without microcapsules and the hedonic test. The viability remained above $7 \log$ CFU/g, without significant differences in the texture of the ice cream, with the sample with microcapsules being the most widely accepted. It is concluded that the prebiotic microcapsules managed to maintain the therapeutic viability of three probiotic strains during storage ($\geq 10^7$ CFU/mL) with a greater degree of acceptance by consumers.

Keywords: sensory quality, probiotics, milk ice cream, prebiotic microcapsules, texture, viability.

INTRODUCCIÓN

Los probióticos son microorganismos vivos que cuando se consumen en cantidades adecuadas colonizan el tracto digestivo, confiriendo un beneficio para la salud del hospedero (1, 2). En el mercado internacional en los últimos años, se encuentran diversos productos alimenticios que se han utilizado como vehículo para los probióticos: lácteos, fórmulas para bebés, helados, mantequilla, y queso (3-7), teniendo en cuenta parámetros tecnológicos que afectan su viabilidad (8-10). La cantidad mínima recomendada por la US FDA (Agencia de Alimentos y Medicamentos) y la industria de alimentos en general es de 10^7 ufc/mL (1). Varios autores (4, 11) señalan que las bacterias probióticas deben protegerse del entorno adverso que representa la matriz alimentaria y el tracto gastrointestinal, para lograr el mantenimiento de la viabilidad durante todas las etapas del proceso, el almacenamiento y el consumo, sin ocasionar un impacto sensorial negativo. de igual forma evitar un impacto sensorial negativo en la incorporación a los alimentos, como suplementados que pueden afectar su viabilidad y estabilidad durante su almacenamiento y comercialización como alimentos funcionales, y que garanticen la integridad de los probióticos al ser incorporados y procesados en matrices

alimentarias. La capacidad ácido-tolerante de las bacterias es una de las características comunes entre los microorganismos del género *Lactobacillus* (12-16). La microencapsulación, es un proceso mediante el cual, los materiales bioactivos se recubren con otros materiales protectores o sus mezclas, como una alternativa para mantener una alta viabilidad de los microorganismos, proteger el material del núcleo del estrés ambiental con pocos efectos dañinos (17-20). Los prebióticos son nutrientes que pueden pasar directamente al intestino grueso sin ser digeridos en el intestino delgado intestino grueso y aumentan la actividad de los probióticos, así como sus efectos beneficiosos en el sistema intestinal (20). Los productos creados mediante el uso combinado de probióticos y prebióticos se denominan simbióticos, prolongando la vida útil de las bacterias probióticas pudiendo colonizar mejor el colon (11, 19-21). La textura en los helados es percibida mediante su manipulación, de forma visual y en el interior de la boca (22). Considerando la importancia de la textura en la calidad sensorial del helado con y sin microcápsulas, se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el grado de aceptación de los consumidores habituales, así como la viabilidad de un cultivo mixto de cepas probióticas microencapsuladas en una matriz prebiótica añadidos al helado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis se realizaron en los Laboratorios de Nanotecnología y evaluación Sensorial, Universidad de Pamplona. El helado se elaboró en la empresa Helados Habana Crem, Pamplona, Colombia. Como agentes encapsulantes se utilizaron almidón de yuca nativo (Fábrica de Almidones de Sucre S.A.S, Innovayuca); Alginato de sodio SQ 942 (Cape Crystal Brand); harina de avena, avena molida original (Quakert). Como microorganismos probióticos: Cepas liofilizadas de *Saccharomyces boulardii*. CNCMI – 745. Biocodex SAS©., empleando para sus recuentos caldo YGC, marca Merck©, Sabouraud Dextrose Agar, marca

Acumedia©; Cepas en suspensión de *Lactobacillus plantarum* JCM1149; Cepas liofilizadas, *Lactobacillus rhamnosus* GG (Merck); empleando para el recuento de lactobacilos caldo y agar MRS (Scharlau).

Las microcápsulas compuestas por alginato de sodio (0,49 %), harina de avena (β glucano) (2,13 %) y almidón de yuca nativo (9,38 %) seleccionada con los mejores cuentos de viabilidad, obtenidas en un secador por aspersión piloto Vibrasec S.A. mod. PSALAB 1.5, a partir de un diseño experimental de mezcla cruzado (programa Design Expert ver. 10) (18, 23, 24). Se preparó un helado de leche con sabor a vainilla siguiendo los protocolos establecidos en la empresa, inoculando un cultivo mixto de tres cepas probióticas libres y encapsuladas a las muestras de helado, los recuentos en placa de microorganismos indicadores de calidad y análisis fisicoquímicos, fueron realizados según la literatura (25, 26). Las muestras de helado envasadas (A y B) se mantuvieron a -18 ± 1 °C durante 150 días, evaluando la supervivencia del cultivo mixto de cepas probióticas libres y microencapsulados adicionados al helado, así como el pH y acidez. La enumeración de las cepas probióticas se realizó siguiendo el protocolo utilizado (16, 19). Se tomaron muestreos microbiológicos los días 0, 15, 30, 60, 90, 120 y 150, el número de las células viables se determinó mediante el método de recuento en placa expresado en log ufc/mL. Las microcápsulas se desintegraron completamente mediante agitación vigorosa durante 15 min, incubando por 24 h a 35 ± 1 °C según método descrito anteriormente (16).

Antes de aplicar la prueba triangular, con los 12 catadores adiestrados en helados, se realizó un proceso de familiarización (27) sobre la percepción de partículas, con tres sesiones de duración. Las muestras de helado sabor a vainilla en bola con y sin microencapsulas se presentaron todas las veces, codificadas, dos muestras iguales (sin microcápsulas) y una diferente (con adición de microcápsulas), junto con la boleta diseñada, por triplicado, en sesiones diferentes, el mínimo de respuestas correctas para afirmar que existe una

diferencia significativa con un riesgo $\alpha = 0,05$, fue de 18 (27, 28).

En la evaluación de la calidad sensorial se emplearon los 12 catadores adiestrados que participaron en la prueba triangular y se aplicaron los fundamentos del método de impresión general de calidad (29), la característica a valorar fue la textura, empleando una boleta para evaluar la intensidad de los atributos, y emitir un dictamen global de la calidad sensorial de la textura del helado con microcápsulas, seleccionados a partir de la calidad sensorial de helados tipo liso y de los propuestos en el perfil de textura de helados con incorporación (22). Los datos se recolectaron y trataron (moda) (27).

En la prueba hedónica de helado participaron 100 consumidores habituales, incluidos en el registro de clientes de la empresa, solo se evaluó la aceptabilidad de la característica textura (22) antes de proceder a la evaluación afectiva se decidió: a) esclarecer el concepto de textura, b) ejemplificar de forma práctica cada uno de los atributos que distinguen la textura de los helados, para el nivel de agrado se aplicó una escala hedónica de siete categorías. Las pruebas se efectuaron en un área controlada (30) y los resultados fueron presentados en forma de histograma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar que el helado de leche elaborado bajo las condiciones de producción de la empresa de helados Habana Crem, cumple con los parámetros de calidad que establece la norma en Colombia (25).

Tabla 1. Análisis físico químicos y de calidad microbiológica del helado de leche elaborado

Parámetro	Helado de leche	Parámetro de referencia (NTC 1239:2002)
pH	6,45 (0,006)	6,0 a 7,0
Acidez como ácido láctico (% m/m mín)	0,20 (0,002)	---
Grasa total (% m/m mín)	7,7 (0,001)	8
Sólidos totales (% m/m mín)	33 (0,001)	33
Peso/volumen (g/L mín)	700 (15)	475
Mohos y levaduras (ufc/g)	Ausencia	---
Mesófilos (ufc/g)	3500	10 000 – 100 000
<i>E. coli</i> (ufc/g)	<1	<1
Coliformes totales (ufc/g)	<1	100 a 200

Como se observa en la Fig. 1, la viabilidad del cultivo mixto de tres cepas probióticas microencapsuladas (7,68 y 7,51 log ufc/g) fue mayor que el de las cepas probióticas libres, (6,52 y 6,50 log ufc/g), manteniendo la viabilidad terapéutica durante su almacenamiento ($\geq 10^7$ ufc/mL). La velocidad de crecimiento disminuyó durante el tiempo de almacenamiento, lo que demuestra que el material prebiótico de las microcápsulas sirve de barrera y ayuda a mitigar el efecto de la congelación sobre la disminución de la viabilidad del cultivo mixto, aspecto corroborado por varios autores (8, 9, 11), quienes demostraron que la disminución de las poblaciones microbianas durante la congelación se debe a una lesión en las paredes celulares como resultado del proceso al que fueron sometidas, provocando su muerte. Además, el estrés mecánico causado por la agitación y la incorporación de aire puede provocar la disminución de una pequeña población de células viables.

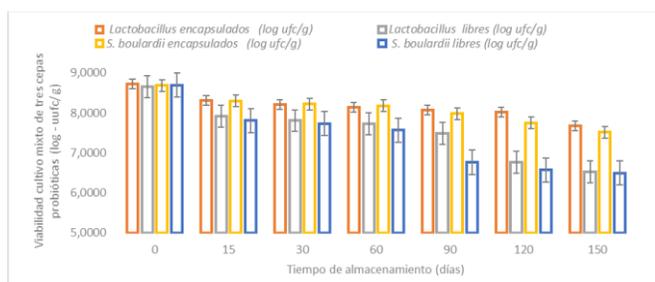


Fig. 1. Viabilidad del cultivo mixto de cepas probióticas libres y microencapsulados en un helado de leche.

De otra parte, en la Tabla 2 los lactobacilos y la levadura encapsulados presentaron una buena tasa de supervivencia del 88,01 y 86,50 %, respectivamente con una reducción de 1,05 y 1,17 log-ufc/mL, lo que indica que la microencapsulación aumentó su tasa de supervivencia en 12,7 % para los *Lactobacillus* y en 11,74 % para la levadura durante el almacenamiento, minimizando las pérdidas en la viabilidad a las condiciones de estrés del helado, aspectos que coinciden con lo reportado (8, 9, 21), donde se encontraron que la encapsulación mejora la supervivencia de probióticos en

productos lácteos congelados, hallazgos reportados (6, 21, 31).

Tabla 2. Tasa de supervivencia de un cultivo mixto de tres cepas probióticas microencapsuladas adicionados a un helado

Tratamiento	Porcentaje de supervivencia (%)		Reducción microbiana (log ufc/mL)	
	<i>Lactobacillus</i>	<i>S. boulardii</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>S. boulardii</i>
Almacenamiento por 150 días				
Cultivo mixto tres cepas libres	75,31	74,76	2,14	2,19
Cultivo mixto microencapsulado	88,01	86,50	1,05	1,17

Las muestras de helado con cepas probióticas microencapsuladas mostraron una disminución leve en el pH (0,36), evidenciando una baja actividad metabólica de las cepas probióticas microencapsuladas como las cepas libres (0,54) con ($p \leq 0,05$), lo que indica que no existen diferencias significativas entre los valores de pH, durante los 150 días de almacenamiento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Tabla 3). Este comportamiento es similar al reportado anteriormente (21, 31), donde se obtuvieron valores de pH de 6,42 en su estudio de la viabilidad de la incorporación de bacterias probióticas microencapsuladas en helados. El pH de los alimentos portadores de probióticos tiene una relación directa con la supervivencia de las bacterias probióticas, el helado de leche tiene valores de pH relativamente altos (6,6 a 6,5), lo que conduce a una mayor supervivencia de los microorganismos probióticos durante el almacenamiento; también una menor acidez dando como resultado una mayor aceptación por parte del consumidor (8, 9, 21).

Tabla 3. Comportamiento del pH y la acidez del helado durante el tiempo de almacenamiento del cultivo mixto de tres cepas probióticas microencapsulado y libre durante el almacenamiento

Parámetro	Tiempo almacenamiento (d)						
	0	15	30	60	90	120	150
	Helado (cepas libres)						
pH	6,44 a	6,31 a	6,25 a	6,15 a	6,11 a	6,02 a	5,90 a
Acidez (%)	0,12 a	0,19 a	0,25 a	0,27 a	0,31 a	0,35 a	0,40 a
	Helado con microcápsulas prebióticas						
pH	6,45 a	6,44 a	6,42 a	6,34 a	6,30 a	6,20 a	6,09 a
Acidez (%)	0,12 a	0,12 a	0,13 a	0,13 a	0,13 a	0,14 a	0,15 a

*Letras iguales entre columnas indican que no existen diferencias significativas con $p \leq 0,05$.

En la Tabla 3 se observa claramente que la acidez del helado presento un leve aumento en las muestras con cepas probióticas libres (0,28 %) y con microcápsulas (0,03 %) durante los 150 días de almacenamiento (-18 °C). La acidez presentada en las muestras de helado sin microcápsulas (0,40 %) son similares a los reportados (11, 19, 21, 31), donde se registraron valores de 0,34; 0,33 y 0,38 % de acidez, manteniendo la viabilidad de los microorganismos probióticos.

De las 36 evaluaciones realizadas, solo en nueve de ellas se indicó correctamente la muestra diferente, demostrando que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la textura de las muestras de helado con microcápsulas prebióticas (alginato de sodio, harina de avena (β -glucano), almidón de yuca nativo) y la textura del helado sin microcápsulas. Estos resultados coinciden con la literatura (8, 9, 19, 21), donde se estudiaron la incorporación de microorganismos en helado con y sin microcápsulas encontrando que las características sensoriales no se afectan. Otros autores indican que se ven afectadas las características sensoriales del producto cuando se adicionan los microorganismos probióticos libres o microencapsulados (19, 21, 31). Esta contradicción, pudiera atribuirse a diversos factores: tamaño de partículas,

características y propiedades del material encapsulante, características de la matriz alimentaria (queso, jugos, helados), temperatura de almacenamiento entre otros (3, 6-8, 19).

Tal como se observa en la Tabla 4, los catadores describieron la textura del helado con microcápsulas como viscosa y cremosa, indicándolas con intensidad moderada, que es la establecida al helado de leche (19, 21, 31). La calificación de la intensidad de los atributos: cantidad de incorporación (visual) y de granulosidad (en boca), en la categoría de ausencia, permite constatar que las microcápsulas incorporadas no se perciben (22). La evaluación de la calidad sensorial en una categoría alta, correspondiente a buena, permite demostrar que la microencapsulación al tamaño realizado no afecta los atributos principales de textura del helado.

Tabla 4. Intensidad, comentarios y calidad global de la textura del helado con microcápsulas

Atributo	Intensidad	Comentario	Calidad global
Cantidad de incorporación	Ausencia	No se observa incorporación, es homogéneo	Buena
Viscosidad	Moderada	El helado conformado y el derretido es viscoso	
Creosidad	Moderada	Sensación de llenura en boca	
Granulosidad	Ausencia	Suave	
Velocidad del derretimiento	Muy ligera	El derretido es lento	

La Fig. 2 representa los niveles de agrado con que los consumidores evaluaron el helado con microcápsulas prebióticas adicionadas, como se observa la mayoría de las respuestas estuvieron en las categorías de me gusta, me gusta mucho y me gusta muchísimo y una minoría en la categoría me es indiferente. Los comentarios más frecuentes fueron que la textura era cremosa y suave, aun con la presencia de microencapsulas, sin afectar la aceptación del helado. Los niveles de aceptación obtenidos del helado pudieran atribuirse a lo planteado (18-21, 31), quienes manifiestan que son productos alimentarios potenciales a utilizar como vehículos de microorganismos probióticos, preferidos por personas de todas las edades y niveles sociales.

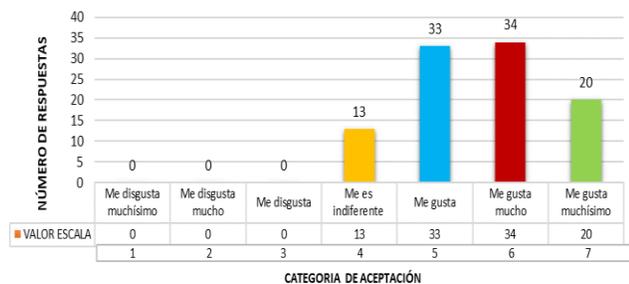


Fig. 2. Prueba de aceptación del helado adicionado con microcápsulas prebióticas

CONCLUSIONES

La adición combinada de agentes probióticos y prebióticos en forma de microcápsulas en un helado de leche tuvo mayor grado de aceptación, buena calidad sensorial y no presentó diferencias significativas en el pH, la acidez y la textura del helado, manteniendo la viabilidad del cultivo mixto de tres cepas probióticas microencapsuladas en niveles terapéuticos ($\geq 10^7$ ufc/g) durante su almacenamiento a -18°C por 150 días, siendo mayor en las cepas probióticas microencapsuladas.

REFERENCIAS

1. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson, GR, Merenstein DJ, Pot B, Morelli L, Canani RB, Flint HJ, Salminen S, Calder

PC, Sanders ME. Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2014; 11(8):506-14.

- Manivel-Chávez RA, Campos-Arroyo AG. Probióticos, prebióticos y simbióticos: Aliados en el cuidado de la salud. *Revista Milenaria, Ciencia y Arte* 2020; 16(10):22-3.
- Rabêlo CAC, Patricio MF, Naves GL, Vilela BS, dos Santos HCAS. Quantificação da microbiota presente em produtos lácteos industrializados comercializados como probióticos. *RECIMA 21-Revista Científica Multidisciplinar* 2022; 3(5):e351418-e351418. Disponible en: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1418>. Acceso 20 octubre 2023.
- Champagne CP, Gomes da Cruz A, Daga M. Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Curr Opin Food Sci* 2018; 22:160-66.
- Guimarães JT, Balthazar CF, Silva R, Rocha RS, Graça JS, Esmerino EA, Cruz AG. Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Curr Opin Food Sci* 2020; 33:38-44.
- Ayar A, Siçramaz H, Öztürk S, Öztürk Yılmaz S. Probiotics properties of ice creams produced with dietary fibres from by-products of the industry. *Int J Dairy Technol* 2018; 71(1):174-82.
- Balthazar CF, Silva HLA, Esmerino EA, Rocha RS, Moraes J, Carmo MAV, Azevedo L, Camps I, Abud Y, Sant'Anna C, Franco RM, Freitas MQ, Silva MC, Raices RSL, Escher GB, Granato D, Senaka Ranadheera C, Nazarro F, Cruz AG. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. *Food Chem* 2018; 246:464-72.

8. Kalicka D, Znamirowska A, Pawlos M, Buniowska M, Szajnar K. Physical and sensory characteristics and probiotic survival in ice cream sweetened with various polyols. *Int J Dairy Technol* 2019; 72(3):456-65.
9. Falah F, Zareie Z, Vasiee A, Tabatabaee YF, Mortazavi SA, Alizadeh BB. Producción de helados simbióticos con *Lactobacillus brevis* PML1 e inulina: características funcionales, viabilidad probiótica y propiedades sensoriales. *Revista de Medición y Caracterización de Alimentos* 2021; 15(6):5537-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01119-x>. Acceso 23 octubre 2023.
10. Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J Funct Foods* 2014; 9:225-241.
11. Sabet-Sarvestani N, Eskandari M, Hosseini SMH, Niakousari M, Hashemi Gahrue H, Khalesi M. Production of symbiotic ice cream using *Lactobacillus casei*/*Lactobacillus plantarum* and fructooligosaccharides. *J Food Process Preserv* 2021; 45(5):e15423. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15423>. Acceso 23 octubre 2023.
12. Liao L-K, Wei X-Y, Gong X, Li J-H, Huang T, Xiong T. Microencapsulation of *Lactobacillus casei* LK-1 by spray drying related to its stability and in vitro digestion. *LWT Food Sci Technol* 2017; 82:82-9.
13. Homayouni-Rad A, Mortazavian AM, Mashkani MG, Hajipour N, Pourjafar H. Effect of *Alyssum homolocarpum* mucilage and inulin microencapsulation on the survival of *Lactobacillus casei* in simulated gastrointestinal and high - temperature conditions. *Biocatal Agric Biotechnol* 2021; 35:102075. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102075>. Acceso 25 octubre 2023.
14. Luca L, Oroian M. Influence of different prebiotics on viability of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus rhamnosus* encapsulated in alginate microcapsules. *Foods* 2021; 10(4):710. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/foods10040710>. Acceso 25 octubre 2023.
15. Caballero-Pérez LA, Tejedor-Arias R, Salas-Osorio EJ. Supervivencia de un cultivo mixto de cepas probióticas microencapsuladas frente a la barrera gastrointestinal in vitro. *Rev Cient Fac Cienc* 2023; 33(2):1-9.
16. Arslan S, Erbas M, Tontul I, Topuz YA. Microencapsulation of probiotic *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* with different wall materials by spray drying. *LWT-Food Sci Technol* 2015; 63(1):685-690. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.034>. Acceso 20 septiembre 2023.
17. Muñoz AC, Bacerio JG, Cabrera-Muñoz A, Aspuro AMC, del Monte Martínez A. Encapsulación de bioproductos: Principales técnicas y aplicaciones en la industria alimentaria de los últimos 20 años. *Rev Cub Cienc Biol* 2022; 10(1):1-14.
18. Ríos-Aguirre S, Gil-Garzón MA. Spray-drying microencapsulation of bioactive compounds in various matrices: a review. *J Tecnol* 2021; 24(51):206-29. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.1836>. Acceso 25 septiembre 2023.
19. Rezaei R, Khomeiri M, Aalami M, Kashaninejad M. Efecto de la inulina sobre las propiedades fisicoquímicas, el comportamiento del flujo y la supervivencia probiótica del yogur helado. *Rev Cienc Tecnol Aliment* 2014; 51:2809-14.
20. Sarao LK, Arora M. Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2017; 57(2):344-71.
21. Acu M, Kinik O, Yerlikaya O. Probiotic viability, viscosity, hardness properties and sensorial quality of

- synbiotic ice creams produced from goat's milk. *Food Sci Technol* 2020; 41:167-73.
22. Duarte-García C. Perfil Sensorial de Textura del Helado con Almendras. *Cienc Tecnol Aliment* 2019; 29(2):9-16.
 23. Rodríguez-Restrepo YA, Giraldo GI, Rodríguez-Barona S. La solubilidad como variable fundamental en la caracterización de material de pared mediante secado por aspersión de componentes alimentarios: aplicación a la microencapsulación de *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*. *Rev Ing Proc Aliment* 2017; 40(6): e12557. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfpe.12557>. Acceso 24 octubre 2023.
 24. Caballero-Pérez LA, Hernández-Monzón A, Tejedor-Arias R, Montes-Montes EJ. Caracterización de mezclas de materiales poliméricos naturales para encapsulación, mediante secado por aspersión. *Rev Colomb Tecnol Avanz* 2023; 41(1):1-12. Recuperado a partir de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/2412>.
 25. NTC 1239. Helados y Mezcla para Helados. Instituto Colombiano Normas Técnicas y certificación, ICONTEC. Bogotá, Colombia; 2002.
 26. NTC 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC. Bogotá, Colombia; 2007.
 27. NTC 2681. Análisis Sensorial. Metodología. Prueba Triangular. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. Bogotá, Colombia; 2006.
 28. Espinosa, M. J. Evaluación Sensorial de los Alimentos (segunda ed.). (D. C. Morales, Ed.) La Habana, Cuba CP 10400: Editorial Universitaria, 2014. Recuperado el 20 de septiembre de 2020, de Sitio Web: <http://revistas.mes.edu.cu>.
 29. Duarte-García C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. *Cienc Tecnol Aliment* 2013; 23(2):12-7.
 30. ISO 11136. Sensory analysis - Methodology - General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area; 2014.
 31. Homayouni A, Azizi A, Javadi M, Mahdipour S, Ejtahed H. Factors influencing probiotic survival in ice cream: a Review. *Int J Dairy Sci* 2012; 7(1):1-10.